Zusammenfassung

Der 24-Stunden-Rhythmus von *Spalax leucodon petrovi* ist polyphasisch. Summiert man alle Resultate und stellt die Daten in relativen Werten dar, so zeigt sich, daß der größere Teil der Aktivität sich überwiegend während der Tagesstunden abspielt, wobei sich das Areal der Einzelindividuen wie das der ganzen Art ständig erweitert und verändert, also einer spezifischen Dynamik unterworfen ist.

Summary

In the population of *Spalax leucodon petrovi* studied, the nyctohemeral activity is basically polyphasic. Taking together all our data and expressing them in relative values, it can be demonstrated the greater part of the activity is mainly during daytime hours. In enlarging the range, the activity pattern changes; this not only in individuals but also in the population (species) as a whole.

Literatur

Savić, I. R. (1965): Ökologie der Art *Spalax leucodon* Nordmann 1840 (Rodentia) in Jugoslawien. (In serbo-kroatisch). Doktordissertation. Pp. 100. Belgrad.

— (1966): Eine Methode zur Registrierung der nyctohemeralen Aktivität der Art *Spalax leucodon* im Laboratorium. Arch. Biol. Sci., 18 (1), 3P—4P. Belgrad.

Anschrift der Verfasser: Dr. I. Savić und Dr. M. Mikes, Institut für Biologische Forschungen, 29.-November-Straße 100, Belgrad, Jugoslawien

Vergleichende Analyse der Morphologie und der Anzahl der Chromosomen zwischen verschiedenen Populationen von *Spalax leucodon* Nordmann, 1840

Von B. Soldatović, S. Živković, I. Savić und M. Milošević

Eingang des Ms. 15. 1. 1967

Nach Ellerman und Morrison-Scott (1951) ist *Spalax leucodon* in den Ländern der Balkanhalbinsel, in Kleinasien, der Ukraine und in Transkaukasien anzutreffen. Aus dem Raum Jugoslawien sind von verschiedenen Autoren etliche Untergruppen beschrieben worden, die an bestimmte geographische Gebiete gebunden sind. Diese Untergruppen sind auf Grund einer relativ kleinen Anzahl von Exemplaren beschrieben, und ihre Klassifikation begründet sich hauptsächlich auf einige morphologische Unterschiede und stammt noch vom Beginn dieses Jahrhunderts. Durch Vervollkommnung der cytologischen Methoden in der Chromosomenpräparation konnte man dieser Frage mit einer sichereren Methodik näherkommen, so daß man auf Grund des Aussehens des Kariotypes über den Ursprung einer Species und über ihre Stelle in der Systematik zusätzlich diskutieren konnte.

Die Analyse der Anzahl der Chromosomen von *Spalax leucodon* gab zuerst Matthey aus dem Material der Ukraine, wo er feststellte, daß die Anzahl der Chromosomen 2 n gleich (=) 48 beträgt. Walknowska fand, daß beim *Spalax leucodon* aus Bulgarien die Anzahl der Chromosomen 2 n gleich (=) 54 beträgt. Wir gaben eine detailierte Darstellung der Morphologie und der Anzahl der Chromosomen (Cariologia

1966 Firence und bei der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde in Braunschweig 1965) vom *Spalax leucodon* aus dem Banat – linkes Ufer der Donau – wo die Anzahl der Chromosomen 2 n gleich (=) 48 beträgt. Damals haben wir außerdem die Chromosomenanzahl des *Spalax leucodon* bei einigen Exemplaren aus verschiedenen Lokalitäten vom rechten Donau-Ufer festgestellt. 2 n betrug 54. Unsere Resultate in bezug auf die Anzahl der Chromosomen, ohne Berücksichtigung der Morphologie, stimmen mit den Resultaten von MATTHEY und WALKNOWSKA überein. Auf Grund dessen kamen wir zum Ergebnis, daß die Donau die Grenze von zwei geographisch bestimmten Populationen des *Spalax leucodon* ist, die sich durch die Anzahl der Chromosomen unterscheiden.

Auf Grund der Ergebnisse der zitierten Autoren und unserer Ergebnisse sprachen wir die Annahme aus, daß auch andere Populationen, die räumlich getrennt sind, verschiedene Kariotypen haben könnten. Deshalb begannen wir die vergleichende Analyse der Morphologie und Anzahl der Chromosomen von etlichen charakteristischen, bestimmten jugoslawischen Populationen des *Spalax leucodon* durchzuführen.



Abb. 1. Vorkommen der untersuchten *Spalax*-Populationen

Außer den Populationen aus dem Banat, die wir zuerst erforschten und schon veröffentlichten, haben wir noch vier Populationen, alle südlich der Donau, kariotypisch analysiert und zwar (Abb. 1): Eine Population aus der Umgebung von Belgrad, die von der Population aus dem Banat nur durch den Fluß Donau getrennt ist. Die zu untersuchenden Exemplare fingen wir unmittelbar am rechten, beziehungsweise linken Ufer der Donau, so daß die Entfernung der beiden Populationen maximal 50 km betrug. Die zweite Population stammt aus dem westlichen Serbien, von der ersten ca. 300 km entfernt, aber räumlich abgegrenzt von niedrigem Gebirge und kleinen Flüssen. Die dritte Population stammt aus dem südöstlichen Serbien. Sie ist von den oben genannten Populationen durch die Flüsse Morava und Donau getrennt. Eine weitere (vierte) Population stammt aus der Herzegowina, dem Gebiet, welches von den anderen Gebieten durch hohe Gebirgsmassive und den Fluß Drina getrennt ist.

Durch Anwendung der Methode der Gewebekultur in vitro, hypotonischer Lösung

und des Colcemids (CIBA) haben wir sehr klare und sichtbare Mitosen bekommen, an welchen die Morphologie der Chromosomen eingehend studiert werden konnte. Als Gewebekultur verwendeten wir Nieren-, Herz- und Milzgewebe. Die Bearbeitung der Gewebe und die Ausarbeitung des Idiogramms erfolgte nach den üblichen bekannten Methoden (Hsu, Moorhead, De Grauchu). Alle Mitosen haben wir bei gleicher Vergrößerung studiert.

Als Basis für die Analyse der Morphologie der Chromosomen diente uns die Population aus dem Banat, die wir zuerst morphologisch erforschten (Abb. 2). Deshalb möch-

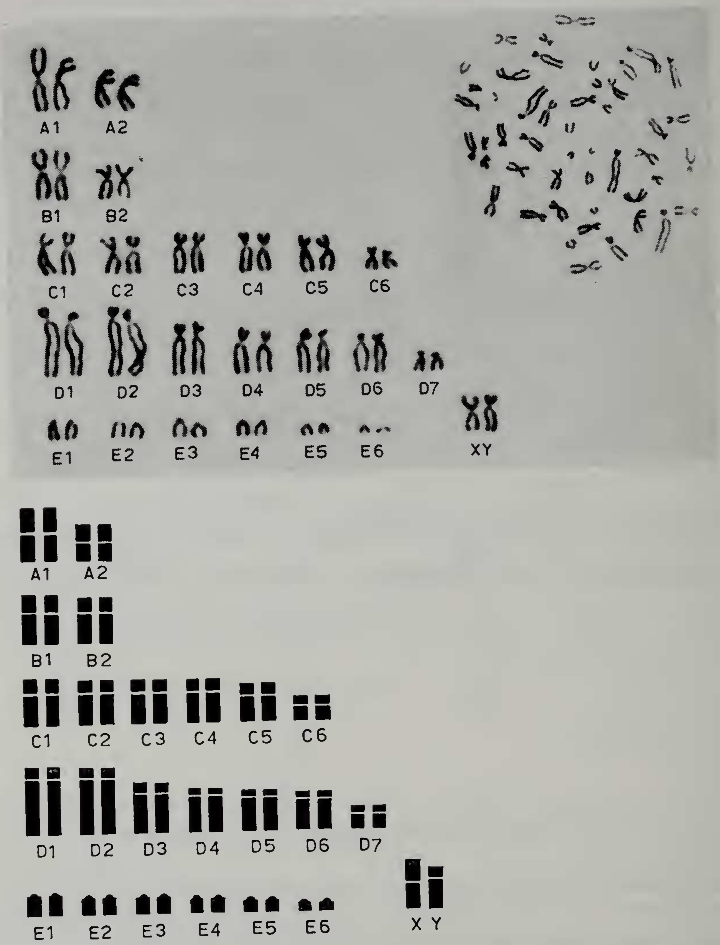


Abb. 2. Chromosomen der Populationen aus dem Banat

ten wir die Morphologie der Chromosomen aus der Population aus dem Banat als Vergleichsgrundlage kurz darstellen. Die Chromosomen verteilten wir in fünf Gruppen nach der Lage der Zentromere und der Größe von deren Schenkeln. Bei der Gruppe A ist das Verhältnis eines Schenkels gegenüber dem anderen 1 zu 1, was bedeutet, daß sie metazentrisch sind. Bei den Gruppen B, C und D sind die Chromosomen submetazentrisch, aber mit verschiedenen Verhältnissen der Schenkelgrößen in jeder Gruppe. In der Gruppe D sind die Zentromeren meistens terminal gestellt. Die Gruppe E umfaßt kleine Chromosomen, bei denen die Zentromere sozusagen eine terminale Lage haben.

Bei den Geschlechtschromosomen ist festgestellt worden, daß das X-Chromosom metazentrisch und groß ist; es würde zur Gruppe A gehören. Das Y-Chromosom ist auch groß, die Zentromere hat eine subterminale Lage und würde zur Gruppe D gehören.

Auf Grund der Messungen der Chromosomengröße und der Länge ihrer Schenkel in bezug auf die Lage der Zentromere haben wir eine schematische Darstellung der Chromosomendiagramme für die Art *Spalax leucodon,* Population Banat, entworfen. Dieses schematische Idiogramm konnte beim Vergleich der Morphologie der Chromosomen bei anderen Populationen des *Spalax leucodon* als Grundlage dienen.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Anzahl der Tiere aus den verschiedenen Populationen, welche unseren Untersuchungen zugrunde lagen, die Anzahl der untersuchten Mitosen und die Verteilung der Zellen mit verschiedener Anzahl der Chromosomen in den einzelnen Populationen.

Tabelle 1

Populationen	Untersuchte Mitosen	Anzahl der Chromosomen								Anzahl der Tiere	
		47	47	48	49—53	54	55	56	56	♂	♀
Banat	231	2	3	220	—	—	—	—	6	6	3
Herzegovina	67	—	1	—	—	64	—	—	2	1	1
Beograd	37	—	—	—	1	1	—	34	1	1	3
Zlatibor	28	—	—	—	—	—	1	27	—	2	3
Vlasina	30	1	—	—	—	—	—	28	1	0	2

Auch bei den Untersuchungen von mehreren ganz klar beobachteten Mitosen haben wir für jede einzelne Population die Idiogramme aufgestellt. Nach der Lage der Zentromere und der Größe der Schenkel teilten wir ebenfalls die Chromosomen in Gruppen. Bei dem Idiogramm von einem Männchen aus der Population aus der Herzegowina sieht man fünf Gruppen Chromosomen, aber mehr Paare; 2 n ist gleich 54 (Abb. 3). Die Geschlechtschromosomen X und Y sind gleich wie bei der Population aus dem Banat. Dem Idiogramm eines Weibchens — Population Nordserbien (Belgrad), Abb. 4 — und der schematischen Darstellung ist zu entnehmen, daß es in Anzahl der Chromosomen mit der Population aus Zlatibor — Westserbien — übereinstimmt. Diese zwei Populationen haben 2 n gleich 56. Bei diesen beiden Populationen sind die Geschlechtschromosomen auch ganz ähnlich wie bei den vorherigen zwei Populationen. Von der Population Südostserbien hatten wir keine Exemplare männlichen Geschlechtes, so daß wir nicht die Möglichkeit hatten, die sexuellen Chromosomen festzustellen. Diese Population zeigt erhebliche Abweichungen gegenüber den übrigen Populationen. Sie ist charakterisiert durch eine größere Anzahl akrozentrischer Chromosomen. 2 n ist gleich 56. Die Befunde sind in Abb. 5 zusammengefaßt. Die Verschiedenheiten in der Struktur der Idiogramme der Populationen treten deutlich hervor. Die ersten drei Populationen enthalten fünf Chromosomengruppen, während in der vierten Population die Gruppe A fehlt. Auch unter den einzelnen Gruppen der verschiedenen Populationen besteht ein Unterschied. In der Gruppe A besteht ein Unterschied in der Größe der Autosomen. Die Gruppen B und C unterscheiden sich hauptsächlich in der Größe der Chromosomen, nur in der Gruppe C fehlt ein Paar bei der Population Vlasina. Diese zwei Gruppen weisen in der Morphologie und der Chromosomenanzahl die größte Stabilität in der Struktur der Idiogramme auf. In der Gruppe D besteht ein Unterschied auch in der Größe und Anzahl der Chromosomen unter den Populationen. Hinsichtlich der Struktur weist die Gruppe E die größten Abweichungen auf; von 6 Paaren bei der Population Banat bis zu 16 Paaren bei der Population Vlasina.

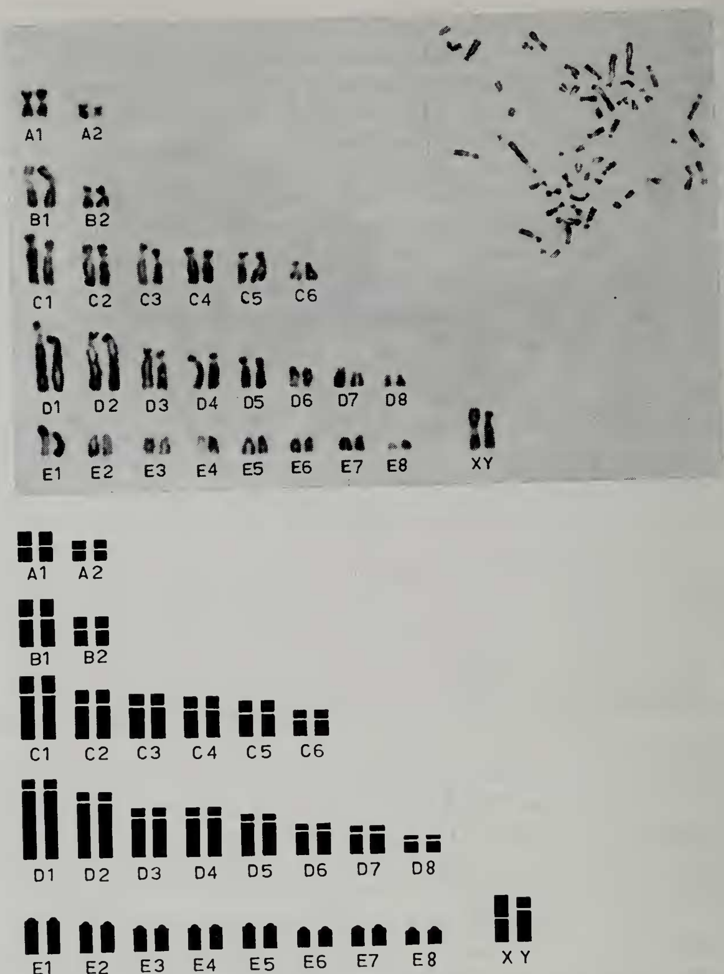


Abb. 3. Chromosomen der Population aus der Herzegowina

Wenn wir sämtliche Chromosomenlängen betrachten, sehen wir folgendes: Die größte Chromosomenlänge hat die Population Belgrad, bei welcher 2 n gleich 56 ist, was auch logisch der größten Chromosomenanzahl entspricht. Etwas kleinere Chromosomenlängen haben die Kariotypen des *Spalax* aus der Herzegowina mit 54 Chromosomen und die Population aus dem Banat mit 48 Chromosomen; überzeugend kleiner ist die Chromosomenlänge bei der Population Vlasina, welche 56 Chromosomen enthält. Auf Grund all dieser Ergebnisse sowie des Ergebnisses von Matthey und Walknowska können wir schließen, daß bei der Art *Spalax leucodon* die Kariotypen verschieden aussehen können. Geographisch isolierte Populationen zeichnen sich durch ein spezifisches Aussehen der Kariotypen aus. Bei den Populationen, welche gleiche Chromosomenanzahl haben, besteht eine Abweichung in der Morphologie der Autosomen; das ist der Fall der Population Belgrad und Vlasina, welche beide 2 n gleich 56 haben. Demzufolge kann man sagen, daß im Rahmen dieser Species einige sozusagen „Chromosomenrassen" bestehen, welche mit den bestimmten geographisch isolierten Gebieten verbunden sind. Selbst unter gleichen „Chromosomenrassen" in diesem Fall bestehen auch solche, welche nach dem Aussehen der Idiogramme in größere Ein-

heiten gruppiert werden könnten. In unserem Fall trifft das zu für die Populationen aus dem Banat, Nordserbien und der Herzegowina, welche sich untereinander in der Anzahl der Autosomen von 48, 54 und 56 unterscheiden, aber bei der Betrachtung ihrer kompletten Idiogramme (Abb. 6) ist ersichtlich, daß alle Chromosomengruppen im wesentlichen ähnlich sind. Die Steigerung der Chromosomenanzahl geschieht hauptsächlich durch den Verlust der kleinen akrozentrischen Chromosomen. Es ist wichtig zu betonen, daß die Geschlechtschromosome von diesen drei Populationen ganz ähnlich sind. Die Population Vlasina stellt für sich selbst eine besondere „Chromosomenrasse“ dar, welche in der Morphologie und Struktur der Chromosomengruppen von den vorherigen beträchtlich abweicht. Hätten wir auch das X-Chromosom bestimmen können, würde es nicht das größere metazentrische Chromosom sein können, weil ein solches Chromosom in dem Kariotyp der Population Vlasina überhaupt nicht besteht. Auch die Gesamtlänge der Chromosomen ist beträchtlich kleiner als bei den übrigen Populationen, obwohl diese Population die größte Anzahl von Chromosomen hat.

Wie schon angeführt, sind Ellerman und Morrison-Scott der Meinung, daß auf diesem ganzen Gebiet die Species *Spalax leucodon* vorhanden sein sollte. Die Daten über das Chromosomenbild begründen die Voraussetzung, daß die Vlasina-Population

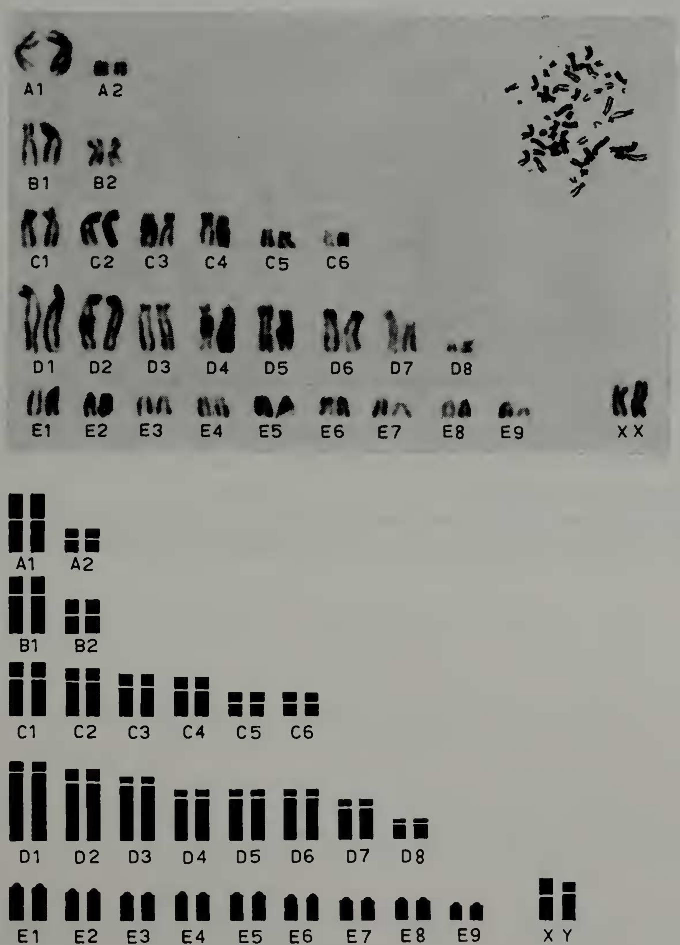


Abb. 4. Chromosomen der Population aus Nordserbien (Belgrad)

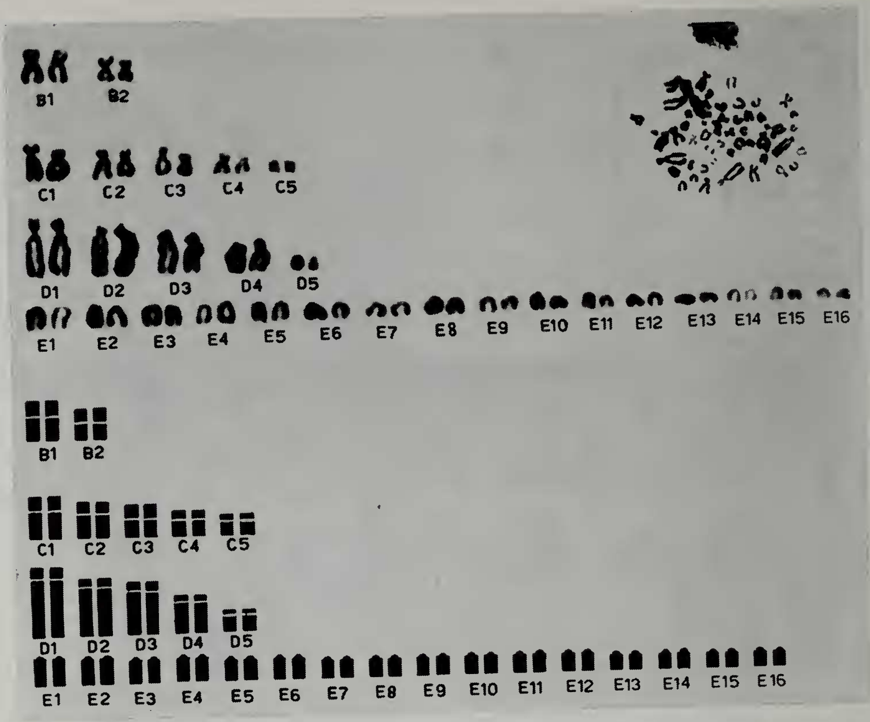


Abb. 5. Chromosomen der Population aus Südserbien

systematisch von den vorher analysierten Populationen sehr entfernt ist. Andererseits haben wir die Populationen Banat, Nord- und Zentralserbien und Herzegowina nach dem Kariotypbild in eine Gruppe gestellt, und sie könnten diverse Varietäten der Species *Spalax leucodon* darstellen. Ihre Chromosomenidiogramme haben eine gemeinsame Basis, und die Unterschiede, die im Kariotyp vorkommen, sind als Resultat einer Reihe von Strukturveränderungen der Chromosomen im Laufe der Evolution von *Spalax leucodon* zu betrachten.

Um die Weise des Vordringens und der Bildung der autochthonen Populationen von *Spalax* in Jugoslawien möglichst genauer festlegen zu können, wäre eine Kennt-

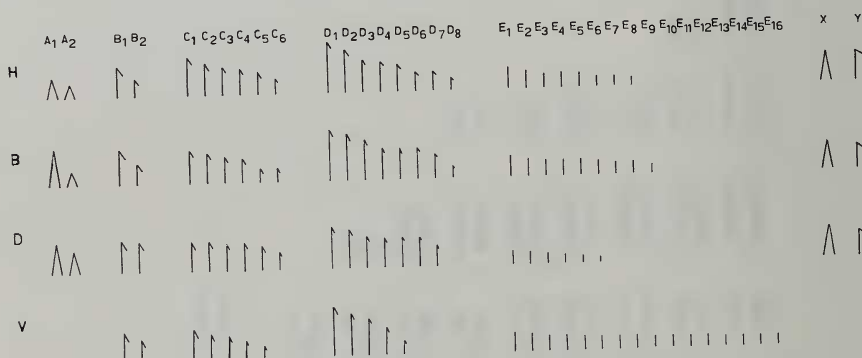


Abb. 6. H = Herzegowina, B = Beograd, D = Deliblato-Banat, V = Vlasina

nis des kariologischen Bildes und auch andere Populationen dieser Species aus anderen Gebieten des Balkans und der benachbarten Länder sowie der Population aus ihrer ursprünglichen Heimat nötig.

Zusammenfassung

Man konstatierte, daß die Morphologie und die Anzahl der Chromosomen bei der Art *Spalax leucodon* auf dem Territorium Jugoslawiens für bestimmte Populationen charakteristisch ist. Auf Grund der Analyse der Chromosomen bei bestimmten Populationen sind die Autoren der Meinung, daß es sich wahrscheinlich nicht überall um eine gleiche Art handelt. Bezüglich der verschiedenen Kariotypen handelt es sich sicher um verschiedene Chromosomenrassen.

Summary

It was found that different populations of the species *Spalax leucodon* in Yugoslavia have specific chromosome morphology and number. Taking these characters as the base it could be concluded that some of the investigated populations probably do not belong to the same species. But due to the caryotype differences it is certain that they belong to various chromosome races.

Literatur

De Grauchy, J., Lamy, M. (1961): Étude des Chromosomes humains a partir de leucocytes sanguins. Rev. Franc. Études Clin. Biol. 6, 8.

Ellerman, J. R., Morrison-Scott, T. C. S. (1951): Checklist of Palearctic and Indian Mammals 1758 to 1946. Brit. Mus., 810 pp. London.

Hsu, T. C., Kellogg, D. S. (1960): Primary cultivation and continous propagation in vitro of tissue from small biopsy specimens. J. Nat. Cancer. Inst., **25**, 22—235.

Matthey, R. (1960): Formules chromosomiques du Muridae et de *Spalacidae*. Rev. Suisse de Zool., **60**, 175—211.

Moorhead, P. S., Nowell, P. C., Mellmon, W. J., Battips, D. M., Hungeford, D. A. (1960): Chromosome preparation of leucocytes cultured from human peripheral blood. Exp. Cell Research, **20**, 613—616.

Savić, I. R. (1965): Ökologie der Art *Spalax leucodon* Nordmann 1840 (Rodentia) in Jugoslawien. (In serbo-kroatisch). Doktordissertation. 100 pp. Belgrad.

Soldatović, B., Garzičić, B., Živković, S. (1966): Chromosome analysis of *Spalax leucodon*. Caryologia, 19 (3), 241—254.

Walknowska, J. (1963): Les Chromosomes chez *Spalax leucodon*. Nordm. Folia Biol., **11**, 293—309.

Anschrift der Verfasser: Dr. B. Soldatović, Dr. S. Živković, Dr. I. Savić, M. Milošević, Institut für Biologische Forschungen, 29.-November-Straße, P. F. 913, Belgrad, Jugoslawien

„New Sighting of Przewalski Horses?"

Dr. Z. Kaszab veröffentlichte in der Zeitschrift „Oryx" (Vol. VIII, No. 6, 1966) eine Notiz über authentische Beobachtungen der Przewalski-Wildpferde in freier Wildbahn. Trotzdem in diesem Bericht sehr seriöse Tatsachen angegeben sind, möchte ich auf einige Unstimmigkeiten aufmerksam machen.

Ich halte es für ziemlich unwahrscheinlich, mit einem Fernglas, noch weniger mit bloßem Auge, in der Steppe — in der im Sommer die Luft stark vibriert — Wildpferde von Halbeseln auf eine Entfernung von einigen Kilometern (!) auseinanderzuhalten.